

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日      2003年  3月  5日  
Date of Application:

出願番号      特願2003-057969  
Application Number:

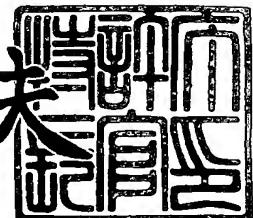
[ST. 10/C] :      [JP2003-057969]

出願人      トヨタ自動車株式会社  
Applicant(s):

2003年 9月22日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願  
【整理番号】 PA14F674  
【提出日】 平成15年 3月 5日  
【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿  
【国際特許分類】 F01L 9/04  
【発明者】  
【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
【氏名】 山田 智海  
【発明者】  
【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
【氏名】 四重田 啓二  
【特許出願人】  
【識別番号】 000003207  
【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社  
【代理人】  
【識別番号】 1100000028  
【氏名又は名称】 特許業務法人 明成国際特許事務所  
【代表者】 下出 隆史  
【電話番号】 052-218-5061  
【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 133917  
【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【包括委任状番号】 0105457  
【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 吸排気バルブの駆動装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内燃機関に設けた複数の吸排気バルブの駆動装置であって、前記吸排気バルブが完全に開いた全開位置および完全に閉じた全閉位置に該吸排気バルブを保持する電磁石の電磁力と、該吸排気バルブを全開と全閉との間である中間位置に付勢するバネの復元力との協働によって該吸排気バルブの開閉動作を行なう電磁駆動動弁機構と、

前記内燃機関の停止が指示されたとき、前記複数の吸排気バルブのバルブ毎または所定のグループに分けたバルブ群毎に、少なくとも一つの電磁石への電流の供給を他の電磁石への電流の供給とは異なるタイミングで停止するバルブ停止制御手段と

を備えた吸排気バルブの駆動装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の吸排気バルブの駆動装置であって、

前記バルブ停止制御手段は、前記異なるタイミングを、少なくとも一のバルブの自由振動が減衰したタイミングとして設定するタイミング設定手段を備えた吸排気バルブの駆動装置。

【請求項 3】 請求項 2 に記載の吸排気バルブの駆動装置であって、

前記バルブの自由振動によるバルブ変位量を検出するバルブ変位量検出手段を備え、

前記バルブ停止制御手段は、該検出されたバルブ変位量に基づいて、前記一のバルブの自由振動が減衰したタイミングを決定する減衰タイミング設定手段を備えた吸排気バルブの駆動装置。

【請求項 4】 内燃機関に設けた吸排気バルブの駆動装置であって、

前記吸排気バルブが完全に開いた全開位置および完全に閉じた全閉位置に該吸排気バルブを保持する電磁石の電磁力と、該吸排気バルブを全開と全閉との間である中間位置に付勢するバネの復元力との協働によって該吸排気バルブの開閉動作を行なう電磁駆動動弁機構と、

前記吸排気バルブの全開位置または全閉位置からの離脱による該吸排気バルブ

の自由振動を妨げるように、該電磁石に通電する電流を制御し、該吸排気バルブを前記中間位置に停止するバルブ制御手段と  
を備えた吸排気バルブの駆動装置。

【請求項5】 請求項4に記載の吸排気バルブの駆動装置であって、  
前記吸排気バルブのバルブリフト量を検出するバルブリフト量検出手段を備え

、  
前記バルブ制御手段は、該検出された該バルブリフト量が、予め時間軸に沿つて設定した目標バルブリフト量の時間変化に追従するように、バルブリフト量のフィードバック制御を行なう制御手段である

吸排気バルブの駆動装置。

【請求項6】 請求項4または5に記載の吸排気バルブの駆動装置であって

、  
前記バルブ制御手段は、前記吸排気バルブの全開位置または全閉位置から、前記中間位置の近傍の所定の位置まで、バルブリフト量を制御した後、所定のタイミングで前記電磁石への電流の供給を停止する制御手段である吸排気バルブの駆動装置。

【請求項7】 請求項6に記載の吸排気バルブの駆動装置であって、  
前記所定のタイミングは、前記吸排気バルブが複数ある場合には、バルブ毎または所定のグループに分けたバルブ群毎に異なるタイミングである吸排気バルブの駆動装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

##### 【発明の属する技術分野】

本発明は、内燃機関に設けられた吸排気バルブの駆動装置に関する。

##### 【0002】

##### 【従来の技術】

内燃機関の吸排気バルブの開閉を電磁的手法で行なう電磁駆動動弁機構は、主に一対のバネと電磁石とで構成されている。このバネは、バルブの開閉動作に伴うエネルギー損失を少なくするために、バルブの全開と全閉との間である中間位置

を初期状態とするとように配置されている。初期状態が中間位置であるため、バルブの開閉状態を保持する電磁石の消費電力も少なくすることができる。このように構成された電磁駆動動弁機構では、電磁石への電流を遮断すると、バネの付勢力によりバルブは自由振動を始め、フリクション等により減衰し、やがて停止する。こうした、電磁駆動動弁機構を示す特許文献としては、下記の特許文献1がある。

### 【0003】

#### 【特許文献1】

特開昭59-213913号公報

#### 【特許文献2】

特開2000-161032号公報

### 【0004】

#### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記の電磁駆動動弁機構では、動作停止時のバルブの自由振動による騒音（弁脱調音）が発生するという問題があった。特に、複数の気筒を有する内燃機関では、各気筒から同時に弁脱調音が発生し、大きな騒音となっていた。なお、上記特許文献2に開示されているように、動作停止時のバルブの位置をバルブが完全に開いた全開位置や完全に閉じた全閉位置とし、バルブが自由振動をしない構造の電磁駆動装置も知られているが、バルブを全開または全閉位置に保持するために構造が複雑となり、エネルギーの少ない上記電磁駆動動弁機構での弁脱調音の低減が求められていた。

### 【0005】

本発明の吸排気バルブの駆動装置は、こうした問題を解決し、バルブ動作停止の過程で発生する騒音を低減することを目的とする。

### 【0006】

#### 【課題を解決するための手段およびその作用・効果】

本発明は、上記課題の少なくとも一部を解決するため、以下の構成をとった。すなわち、本発明の第1の吸排気バルブの駆動装置は、内燃機関に設けた複数の吸排気バルブの駆動装置であって、前記吸排気バルブが完全に開いた全開位置お

より完全に閉じた全閉位置に該吸排気バルブを保持する電磁石の電磁力と、該吸排気バルブを全開と全閉との間である中間位置に付勢するバネの復元力との協働によって該吸排気バルブの開閉動作を行なう電磁駆動動弁機構と、前記内燃機関の停止が指示されたとき、前記複数の吸排気バルブのバルブ毎または所定のグループに分けたバルブ群毎に、少なくとも一つの電磁石への電流の供給を他の電磁石への電流の供給とは異なるタイミングで停止するバルブ停止制御手段とを備えたことを要旨としている。

#### 【0007】

本発明の第1の吸排気バルブの駆動装置によれば、内燃機関の停止が指示された後、電磁石への電流の供給停止によるバルブの自由振動の発生のタイミングを、バルブ毎またはバルブ群毎に異なるタイミングとすることができる。したがって、各吸排気バルブからの自由振動による騒音が同時に発生することが無く、吸排気バルブ停止時の騒音低減に効果を奏する。

#### 【0008】

上記の構成を有する本発明の第1の吸排気バルブの駆動装置のバルブ停止制御手段は、前記異なるタイミングを、少なくとも一のバルブの自由振動が減衰したタイミングとして設定するタイミング設定手段を備えても良い。かかる吸排気バルブの駆動装置によれば、電流の供給を停止した一のバルブの自由振動が減衰した後に、次のバルブに対する電流の供給を停止する。したがって、吸排気バルブ停止時に発生する騒音の低減をより確実に行なうことができる。

#### 【0009】

上記の構成を有する本発明の第1の吸排気バルブの駆動装置は、バルブの自由振動によるバルブ変位量を検出するバルブ変位量検出手段を備え、前記バルブ停止制御手段は、該検出されたバルブ変位量に基づいて、前記一のバルブの自由振動が減衰したタイミングを決定する減衰タイミング設定手段を備えるものとしても良い。

#### 【0010】

かかる吸排気バルブの駆動装置によれば、所定のバルブまたはバルブ群の電磁石への電流の供給を停止した後、バルブ変位量検出手段によって、そのバルブの

振動状態を検出する。検出したバルブの振動の減衰を確認し、次のバルブまたはバルブ群の電磁石への電流供給停止のタイミングを決定することができる。したがって、吸排気バルブの停止時に発生する騒音の低減に加えて、遅滞なく吸排気バルブを停止することができる。

#### 【0011】

本発明の第2の吸排気バルブの駆動装置は、内燃機関に設けた吸排気バルブの駆動装置であって、前記吸排気バルブが完全に開いた全開位置および完全に閉じた全閉位置に該吸排気バルブを保持する電磁石の電磁力と、該吸排気バルブを全開と全閉との間である中間位置に付勢するバネの復元力との協働によって該吸排気バルブの開閉動作を行なう電磁駆動動弁機構と、前記吸排気バルブの全開位置または全閉位置からの離脱による該吸排気バルブの自由振動を妨げるよう、該電磁石に通電する電流を制御し、該吸排気バルブを前記中間位置に停止するバルブ制御手段とを備えたことを要旨としている。

#### 【0012】

本発明の第2の吸排気バルブの駆動装置によれば、全開位置または全閉位置から離脱した吸排気バルブを駆動する電磁石に通電する電流を調整することで、吸排気バルブの自由振動を妨げる。したがって、吸排気バルブから振動による騒音が発生することがない。

#### 【0013】

上記の構成を有する本発明の第2の吸排気バルブの駆動装置は、吸排気バルブのバルブリフト量を検出するバルブリフト量検出手段を備え、前記バルブ制御手段は、該検出された該バルブリフト量が、予め時間軸に沿って設定した目標バルブリフト量の時間変化に追従するように、バルブリフト量のフィードバック制御を行なう制御手段としても良い。

#### 【0014】

かかる吸排気バルブの駆動装置によれば、全開位置および全閉位置から中間位置まで、バルブリフト量をフィードバック制御することによって、バルブは振動することなく中間位置に変位する。したがって、自由振動は発生せず、騒音に低減に効果を奏する。

### 【0015】

上記の構成を有する本発明の第2の吸排気バルブの駆動装置のバルブ制御手段は、前記吸排気バルブの全開位置または全閉位置から、前記中間位置の近傍の所定の位置まで、バルブリフト量を制御した後、所定のタイミングで前記電磁石への電流の供給を停止する制御手段としても良い。

### 【0016】

かかる構成によれば、バルブは、中間位置の近傍の所定の位置まで振動することなく変位し、その所定の位置から中間位置へ自由振動する。したがって、全開位置または全閉位置から始まる自由振動に比して、振動エネルギーを小さくすることができ、振動騒音の低減に効果を奏する。また、消費電力が少ない電磁力の小さな電磁石で電磁駆動動弁機構を構成しても、電磁力の及ぶ所定の範囲まで制御を行なうことで、騒音の低減を図ることができる。

### 【0017】

所定のタイミングは、前記吸排気バルブが複数ある場合には、バルブ毎または所定のグループに分けたバルブ群毎に異なるタイミングとしても良い。かかる構成によれば、所定の位置までバルブを制御することで、バルブが発する振動エネルギーを小さくすることができるので加えて、バルブ毎またはバルブ群毎からの自由振動による騒音のタイミングを異なるタイミングとすることができます。したがって、騒音低減に一層効果を奏する。

### 【0018】

#### 【発明の実施の形態】

以下に、本発明の実施の形態について説明する。図1は、本発明の第1実施例としての吸排気バルブの駆動装置を備えた内燃機関の一つの気筒縦断面を示す模式図である。内燃機関（以下、エンジン10と呼ぶ）は、4つの気筒を有する4シリンダエンジンである。このエンジン10は、主に、シリンダブロック20、シリンダブロック20内を往復運動するピストン30、シリンダヘッド40、シリンダヘッド40に配置した吸気バルブ60、排気バルブ70等を備えている。各気筒には、シリンダブロック20、シリンダヘッド40、ピストン30により囲まれた燃焼室80を有している。シリンダヘッド40には、点火プラグ85を

設け、燃焼室80内で圧縮された混合気に点火を行なっている。

### 【0019】

シリンドヘッド40には、電磁駆動動弁機構100, 110を設け、電磁力をを利用して吸気バルブ60および排気バルブ70の開閉動作を行なっている。この電磁駆動動弁機構100の断面模式図を図2に示した。なお、図2は吸気バルブ60側の構造を示すが、排気バルブ70側の構造も同様である。電磁駆動動弁機構100は、主に、吸気バルブ60を駆動するアップスプリング160, ロアスプリング150, 吸気バルブ60に当接して軸方向に進退可能なアーマチャシャフト170, アーマチャシャフト170に設けたアーマチャ180, アーマチャ180と接して吸気バルブ60をバルブが完全に閉じた全閉位置および完全に開いた全開位置に保持するアップ電磁石210, ロア電磁石200を備えている。

### 【0020】

吸気バルブ60は、弁体60aおよび弁軸60bを備え、シリンドヘッド40に設けた吸気ポート65と燃焼室80との開閉を行なっている。吸気ポート65と燃焼室80との連通箇所には、弁体60aが着座する弁座130を備えている。シリンドヘッド40は、弁軸60bの軸方向に貫通孔を備え、その内部にバルブガイド140を配置している。バルブガイド140は、円筒形状を有し、弁軸60bを進退可能かつ気密に保持している。

### 【0021】

弁軸60bの上端付近には、円板状のロアリテナ155を設けている。弁軸60bの上端は、アーマチャシャフト170の下端と当接し、一体となって進退動作をしている。アーマチャシャフト170の上端には、円板状のアップリテナ165を設けている。アーマチャシャフト170の中央付近には、軟磁性体であるアーマチャ180を備えている。

### 【0022】

上述したアーマチャシャフト170は、アップスプリング160とロアスプリング150とにより保持されている。アップスプリング160は、アップリテナ165の上面と図示しないフランジに固定されているアップキャップ190の内面との間に圧縮された状態で介装され、ロアスプリング150は、ロアリテ

ナ155の下面とシリンドヘッド40との間に圧縮された状態で介装されている。アップスプリング160は開弁方向の力を、ロアスプリング150は閉弁方向の力を、それぞれ吸気バルブ60に及ぼしている。この結果、アップスプリング160とロアスプリング150との復元力は、アーマチャシャフト170を全開と全閉との間の中間位置に保持する。したがって、初期状態では、吸気バルブ60は中間位置に保持されている。

#### 【0023】

アップ電磁石210は、アーマチャ180の上方に、ロア電磁石200は、アーマチャ180の下方にそれぞれ配置され、図示しないフランジに固定されている。アップ電磁石210は、アップコア217およびアップコイル215を備え、アップコイル215に電流を流すことで磁界を発生している。この磁界による電磁力は、アーマチャ180を吸引し、吸気バルブ60を完全に閉じた全閉位置（弁体60aを弁座130に着座させる状態）に保持する。他方、ロア電磁石200は、ロアコア207およびロアコイル205を備え、ロアコイル205に電流を流すことで磁界を発生している。この磁界による電磁力は、アーマチャ180を吸引し、吸気バルブ60を完全に開いた全開位置に保持する。アップコア217およびロアコア207は、その同軸中心に、アーマチャシャフト170が挿入可能な貫通孔を有している。この貫通孔に挿入したアーマチャシャフト170は、アップ電磁石210、ロア電磁石200の電磁力によって進退する。

#### 【0024】

アップキャップ190の上方には、リフトセンサ250を設けて、吸気バルブ60のバルブリフト量を検出している。このリフトセンサ250は、アップリテーナ165の上端で、アーマチャシャフト170軸方向に設けたニードル240の位置に応じた電圧値Vを出力している。リフトセンサ250は、吸気バルブ60の開閉タイミングを制御するECU120と電気的に接続している。リフトセンサ250からの電圧値Vは、ECU120に取り込まれ、後述する吸排気バルブの停止制御に利用される。このECU120からの電流指令により、アップ電磁石210およびロア電磁石200は、所定のタイミングで磁界を発生する。ECU120は、エンジン10の運転を制御するEFI ECU90と電気的に接続

しており、例えば、EFI ECU 90が判断する車両の停止の指令を受け、吸排気バルブの停止制御を実行する。

### 【0025】

通常の車両運転時には、クランク角CAや吸入空気量Qやアクセルペダル踏込量 $\alpha$ などの運転状態を判断する信号を入力したEFI ECU 90は、最適なバルブの開閉タイミングを演算し、そのバルブの開閉タイミングをECU 120に出力している。ECU 120は、バルブを開く場合には、ロア電磁石200に電流を流し、バルブを閉じる場合には、アッパ電磁石210に電流を流す。このように、ロア電磁石200、アッパ電磁石210に電流を流すタイミングを調整することで、バルブの開閉タイミングを制御している。

### 【0026】

こうしたバルブの開閉動作と電磁石に供給する電流との関係について、図3を用いて詳説する。図3は、バルブリフト量とアッパコイル215、ロアコイル205の電流との関係の一例を示している。例えば、吸気バルブ60を完全に閉じた全閉位置から完全に開いた全開位置に変位させる場合は、図示するように、アッパコイル215に通電していた保持電流を切り、所定時間後、ロアコイル205に吸引電流を流す。ここで保持電流とは、吸気バルブ60を全開位置または全閉位置に保持するために各コイルに流す電流を意味し、吸引電流とは、各スプリングの力で変位する吸気バルブ60の動作を補助して、吸気バルブ60を応答性良く全開、全閉位置に引き寄せるために各コイルに流す電流を意味する。一般に、保持電流は、各電磁石とアーマチャ180が接しているため、各スプリングの復元力に抗した程度の電磁力を発生する電流であれば良い。他方、吸引電流は、変位中のアーマチャ180を吸引する電磁力が必要であり、各電磁石とアーマチャ180とが離間しているため（エヤギャップがあるため）、保持電流に比して大電流となる。

### 【0027】

アッパコイル215の保持電流を切るとアッパ電磁石210の吸引力は消滅し、アッパスプリング160の復元力によりアーマチャ180（すなわち吸気バルブ60）は、中間位置に変位を始める。所定時間後、ロアコイル205に吸引電

流を流すと、ロア電磁石200は接近するアーマチャ180を吸引する。ロア電磁石200とアーマチャ180とは接触し、ロア電磁石200は吸気バルブ60を全開位置に保持する。同様にして、ロア電磁石200への保持電流を切り、所定時間後、アッパ電磁石210へ吸引電流を流すことで、アッパ電磁石210は吸気バルブ60を全閉位置に保持する。このように、アッパ電磁石210、ロア電磁石200への通電（吸引電流、保持電流）と電流の供給停止（すなわち、遮断）とを繰り返すことで、バルブの開閉を実現している。

### 【0028】

次に、上述のように開閉動作を行なうバルブを停止する処理について説明する。図4は、第1実施例のバルブ停止処理のフローチャートを示している。この処理はECU120で実行し、各電磁石への通電を終了する前に行なう。EFI ECU90からエンジン10の停止（車両の停止）指令を受けたECU120は、バルブ動作を静止する処理を行なう（ステップS400）。この処理は、ロア電磁石200へ電流を流すことで排気バルブ70を全開位置に保持し、アッパ電磁石210へ電流を流すことで吸気バルブ60を全閉位置に保持する処理である。つまり、各バルブを全開、全閉位置に保持する保持電流を通電する処理である。4気筒の全ての吸気バルブ60、排気バルブ70に対して、この処理を行なう。なお、車両の運転中にエンジン10が停止する（例えば、アイドルストップ車やハイブリット車など）場合には、各バルブは上記保持状態でエンジン10再始動を待ち、車両を停止する指令を受けた場合に、この処理を行なう。

### 【0029】

次に、第1気筒の吸気バルブ60、排気バルブ70の保持電流Ai1, Aelを遮断する処理を行なう（ステップS410）。保持電流Ai1, Aelを遮断した吸気バルブ60、排気バルブ70は、各スプリングの復元力により中間位置に向けて自由振動を始め、摩擦等により減衰し、やがて停止する。この振動の振幅Fi1, Fe1を各リフトセンサ250から読み込む処理を行なう（ステップS420）。振幅の検出は、所定時間幅の電圧Vの偏差を検出することで行なっている。続いて、検出された振幅Fi1, Fe1が、十分に減衰したか否かを判断する（ステップS425）。ステップS425で、振幅Fi1, Fe1が所定値 $\alpha$ 以下であると判断

した場合には、第2気筒の吸気バルブ60，排気バルブ70の保持電流Ai2, Ae2を遮断する処理を行なう（ステップS430）。

### 【0030】

以降同様に、第2気筒について、保持電流の遮断後の振幅Fi2, Fe2を読み込み（ステップS440）、減衰を確認する処理を行なう（ステップS445）。第2気筒の振動が減衰したと判断した後、第3気筒の保持電流Ai3, Ae3の遮断、減衰を確認する処理を行なう（ステップS460からS475）。第3気筒の振動が減衰したと判断した後、第4気筒の保持電流Ai4, Ae4を遮断して（ステップS480）、処理を終了する。また、ステップS425, S445, S475で、各気筒の吸気バルブ60，排気バルブ70の振動が十分に減衰していないと判断した場合には、振幅が所定値 $\alpha$ 以下に減衰するまで、繰り返し確認する処理を行なう。

### 【0031】

この処理を実行した結果の一例を図5に示す。図5は、各気筒における吸排気バルブの振動の時間変化を示している。図示するように、第1気筒から第4気筒までのバルブ停止制御を行なう過程で、前の気筒でのバルブの振幅が所定値 $\alpha$ 以下になる時（時間T2, T3, T4）に、その気筒のバルブの保持電流を遮断している。その結果、各気筒でバルブの自由振動の発生のタイミングを異にすることができる。

### 【0032】

以上のように、本実施例では、ある気筒におけるバルブの自由振動が十分に減衰したこれを検出して、次の気筒のバルブの保持電流を遮断している。このため、各バルブの自由振動による騒音は、同時に発生することがない。よって、各バルブからの音の発生のタイミングは分散され、騒音は低減される。しかも、この実施例では、バルブの振動を検出し、その振動が減衰すると直ちに次のバルブの保持電流を遮断する。したがって、短期間のうちに全てのバルブを停止することができる。なお、本実施例では、リフトセンサ250を用いてバルブの振動の振幅を検出して、保持電流を遮断するタイミングを決定したが、各気筒での保持電流を、通常のバルブにおいて振動が十分に減衰するものとして予め設定された時

間を置いて、順次遮断するものとしても良い。この場合には、各気筒での保持電流の遮断のタイミングは、制御開始からの時間で設定されるため、各バルブの自由振動の振幅を検出する必要がない。したがって、リフトセンサ 250 を使用する必要がない。また、第1実施例では、同一の気筒内に設けた吸気バルブ 60 と排気バルブ 70 とは、保持電流の遮断のタイミングを同時としたが、同一気筒内でもバルブ毎に異なるタイミングで保持電流を遮断することとしても良い。また、例えば、第1，第2気筒を一のグループ、第3，第4気筒を他のグループとして、グループ毎に保持電流の遮断のタイミングを異にしても、同様の効果を奏する。

#### 【0033】

次に、本発明の第2実施例について説明する。第2実施例のハード構成は第1実施例と同様であるため説明を省略する。第2実施例では、第1実施例のECU 120 で実行するバルブ停止処理が異なる。図6は、第2実施例のバルブ停止処理のフローチャートを示している。第1実施例同様、この処理は、各電磁石への通電を終了する前に実行する。なお、図6は、複数のバルブの内、一のバルブについての処理を示しており、バルブ毎にこの処理を行なっている。エンジン 10 の停止指令を受けたECU 120 は、バルブ動作を静止する処理を行なう（ステップS500）。この処理は、第1実施例と同様であり、以下、全開位置に保持された排気バルブ 70 について説明する。

#### 【0034】

全開位置にある排気バルブ 70 の保持電流  $I_h$  を一旦遮断し、その時点から時間  $t$  をカウントする（ステップS510）。次に、初期の時間  $t_0$  における、リフトセンサ 250 の電圧値  $V$  から現在の実リフト量  $L(t_0)$  を読み込む処理を行なう（ステップS520）。続いて、図示しない記憶領域から目標リフト量  $L_m(t_0)$  を読み込む処理を行なう（ステップS530）。

#### 【0035】

ここで、目標リフト量  $L_m(t)$  について説明する。図7は、目標リフト量  $L_m$  変化の一例を示している。図7に示す二点鎖線は、第1実施例で述べた保持電流の遮断によるバルブの振動を示している。第2実施例の制御では、図示するように

、排気バルブ70を全開位置から中間位置へ略直線的に遷移させる目標リフト量を設定している。この目標リフト量は時間の関数であり、実際には、図6に示すように、所定時間間隔ごとに目標リフト量Lmを設定したマップとして記憶している。このマップから、所定の制御時間tsの前後の目標リフト量Lm(i), Lm(i+1)を選定し、内挿補間することにより、その時間tsでの目標リフト量Lm(ts)を算出している。なお、目標リフト量の設定方法としては、マップを準備するのではなく、予め直線的に変化する時間の関数を設定しておき、制御を行なうタイミングごとに、この関数から目標値を算出するものとしても良い。また、目標リフト量は略直線的な遷移に限らず、振動しない遷移であれば、どのように中間位置までの過程を設定しても良い。

### 【0036】

初期の時間t0における、目標リフト量Lm(t0)と実リフト量L(t0)との偏差eを検出し、所定のゲインkを乗じて制御電流Ifとする（ステップS540）。続いて、制御開始からの時間tが制御終了時間βを経過しているか否かを判断する（ステップS550）。制御開始からの時間tは初期の時間t0であり、制御終了時間βを経過していないため、ステップS540で設定した制御電流Ifをロアコイル205に通電し、ステップS520に戻る。ロアコイル205への制御電流Ifにより、ロア電磁石200は、全開位置から変位し始める排気バルブ70を吸引する電磁力を発生する。この電磁力とロアスプリング150の復元力との均衡する位置に、排気バルブ70は変位する。この時間ta ( $t_0 \leq t_a < \beta$ )における、実リフト量L(ta)（ステップS520）と目標リフト量Lm(ta)（ステップS530）とを読み込み、両者の偏差eを検出し、所定のゲインkを乗じて新たな制御電流Ifとする（ステップS540）。この時間taも制御終了時間βを経過していないため、ロアコイル205に新たな制御電流Ifを通電する。以降、ステップS520, S530, S540を繰り返し、実リフト量Lを目標リフト量Lmに近づける。すなわち、偏差eをゼロに近づけるフィードバック制御を行なっている。このように、ある時間での目標値に対するロアコイル205への電流の制御を順次行ない、ステップS550で制御開始からの時間tが制御終了時間βを経過すると処理を終了する。

### 【0037】

以上のように、排気バルブ70は、全開位置から中間位置まで、目標リフト量に追従するように変位する。したがって、排気バルブ70は振動することなく、騒音の低減に効果を奏する。なお、第2実施例では、保持電流Ihを遮断し、制御電流Ifを与えていたが、保持電流Ihは必ずしも完全に遮断する必要はない。電磁力に復元力が打ち勝つまで電流を低減しても同様の効果を奏する。また、フィードバック制御には単純な比例制御を用いたが、これに限るものではない。例えば、偏差の積分、微分を利用したPID制御を用いても良い。さらに、図7に実線JLで示す制御電流を予め設定し、時間の変化に伴って、順次設定した電流をロア電磁石200へ通電するフィードフォワード制御を行なうこととしても良い。

### 【0038】

以上に述べた第1実施例のバルブ停止処理制御と第2実施例のバルブ停止処理制御とを、併せて実施することとしても良い。図8は、排気バルブ70を、全開位置から所定の位置Xまで、制御するための目標リフト量を示している。図示するように、排気バルブ70が全開位置から所定の位置Xまで、略直線的にリフトする目標リフト量を設定している。この目標リフト量を基に、図6に示すフィードバック制御を実行することで、排気バルブ70は所定の位置Xまで変位する。所定時間後、ロア電磁石200への制御電流を遮断する。この結果、排気バルブ70は所定の位置Xから自由振動を始めるが、自由振動を始める高さは充分に低いので、振動エネルギーは小さく、振動騒音は十分に小さい。また、各バルブで振動するタイミングは、一のバルブの減衰を判断した後に行なうことで、一層騒音の低減を図ることができる。加えて、全てのバルブを中間位置に変位させる場合に比して、電磁石での消費電力を抑えることができる。

### 【0039】

以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明はこうした実施の形態に何ら限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲内において様々な形態で実施し得ることは勿論である。例えば、4気筒に限らず、2気筒以上の多気筒の内燃機関であれば同様の効果を奏する。

### 【図面の簡単な説明】

- 【図 1】 本実施例としての内燃機関の一つの気筒縦断面を示す模式図。
- 【図 2】 本実施例における電磁駆動動弁機構の断面模式図。
- 【図 3】 バルブリフト量とコイル電流との関係図。
- 【図 4】 第 1 実施例のバルブ停止処理のフローチャート。
- 【図 5】 第 1 実施例の制御結果の一例を示すバルブリフト量と時間との関係図。

- 【図 6】 第 2 実施例のバルブ停止処理のフローチャート。

- 【図 7】 第 2 実施例の目標リフト量の説明図。

- 【図 8】 所定の位置 Xまでの目標リフト量の説明図。

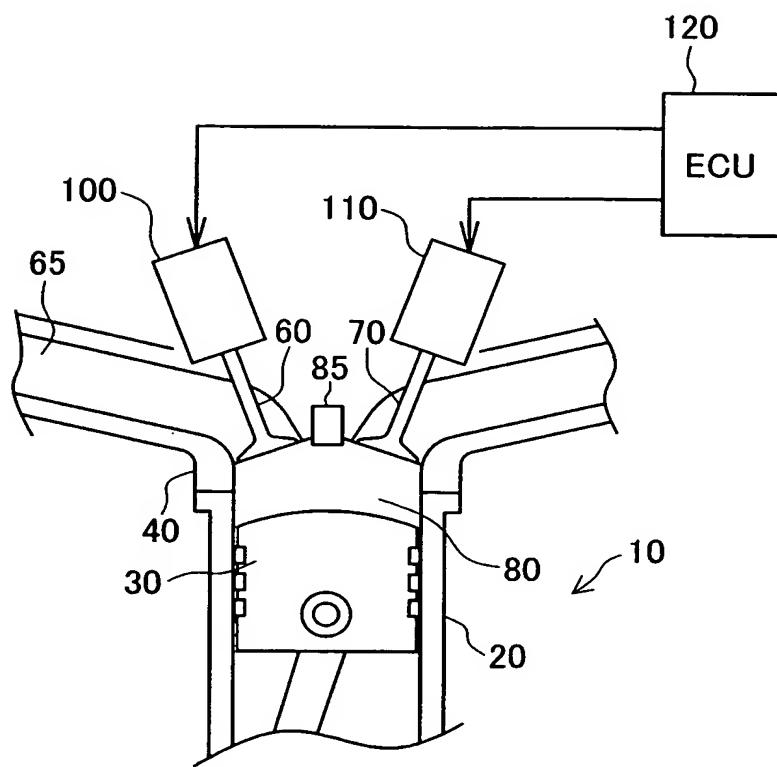
【符号の説明】

- 1 0 … エンジン  
2 0 … シリンダブロック  
3 0 … ピストン  
4 0 … シリンダヘッド  
6 0 … 吸気バルブ  
6 0 a … 弁体  
6 0 b … 弁軸  
6 5 … 吸気ポート  
7 0 … 排気バルブ  
8 0 … 燃焼室  
8 5 … 点火プラグ  
9 0 … E F I E C U  
1 0 0 , 1 1 0 … 電磁駆動動弁機構  
1 2 0 … E C U  
1 3 0 … 弁座  
1 4 0 … バルブガイド  
1 5 0 … ロアスプリング  
1 5 5 … ロアリテナ  
1 6 0 … アッパスプリング

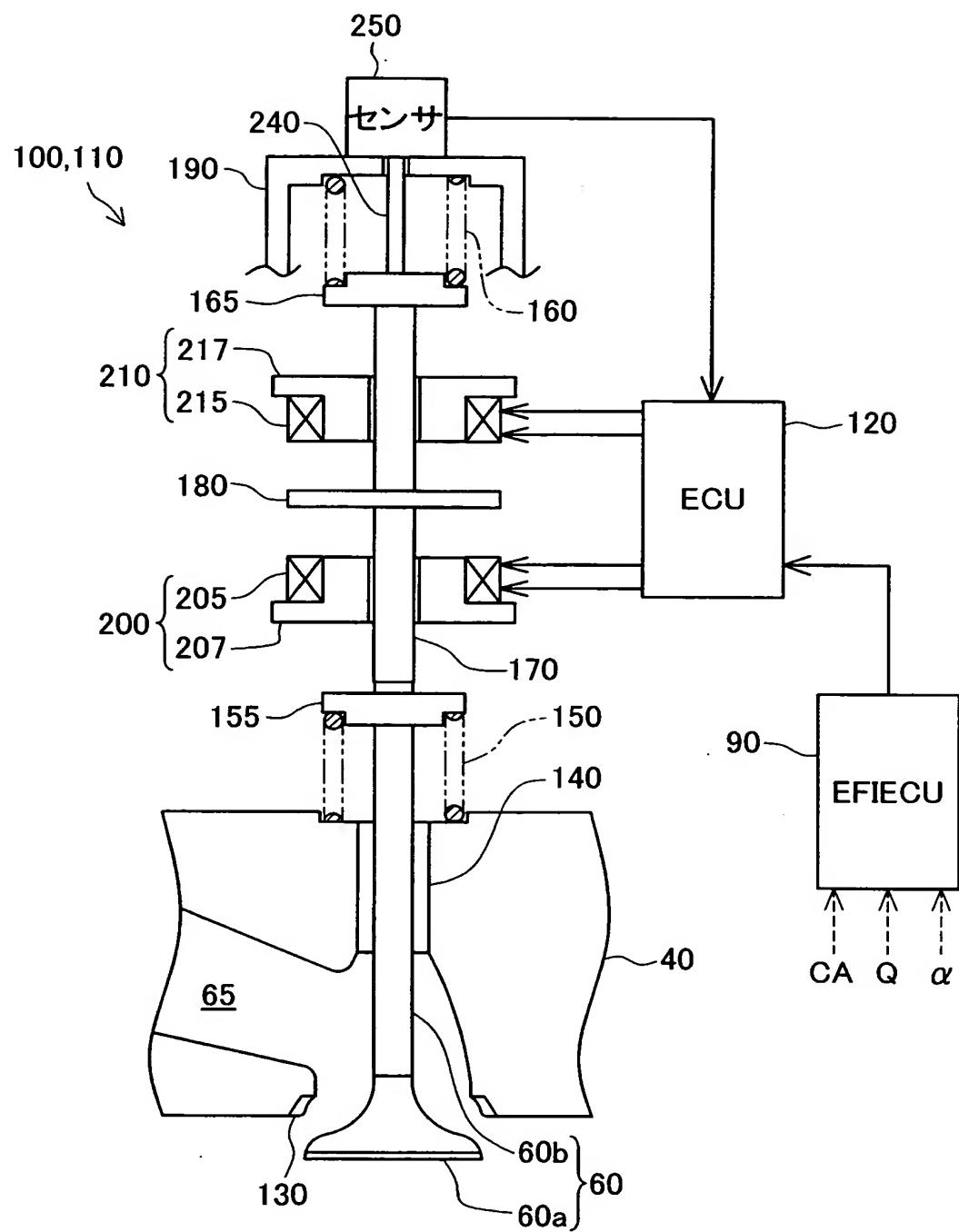
165…アッパリテーナ  
170…アーマチャシャフト  
180…アーマチャ  
190…アッパキャップ  
200…ロア電磁石  
205…ロアコイル  
207…ロアコア  
210…アップ電磁石  
215…アップコイル  
217…アップコア  
240…ニードル  
250…リフトセンサ

【書類名】 図面

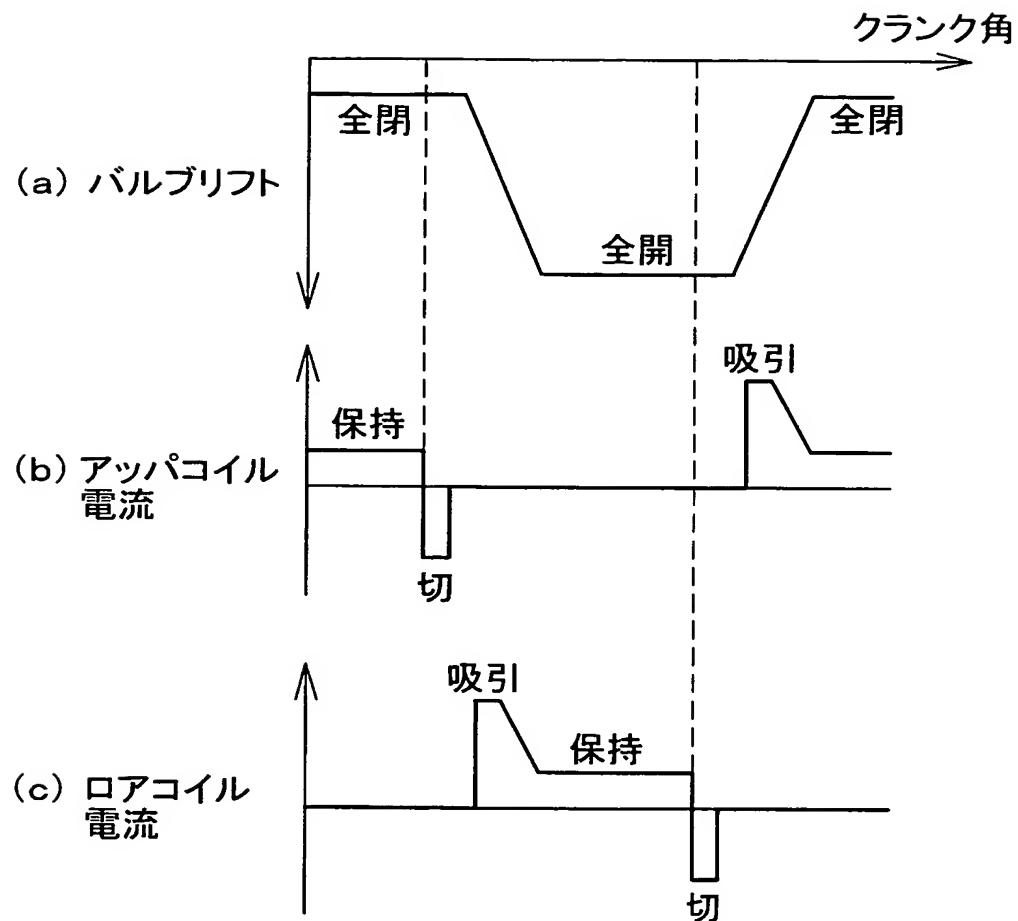
【図1】



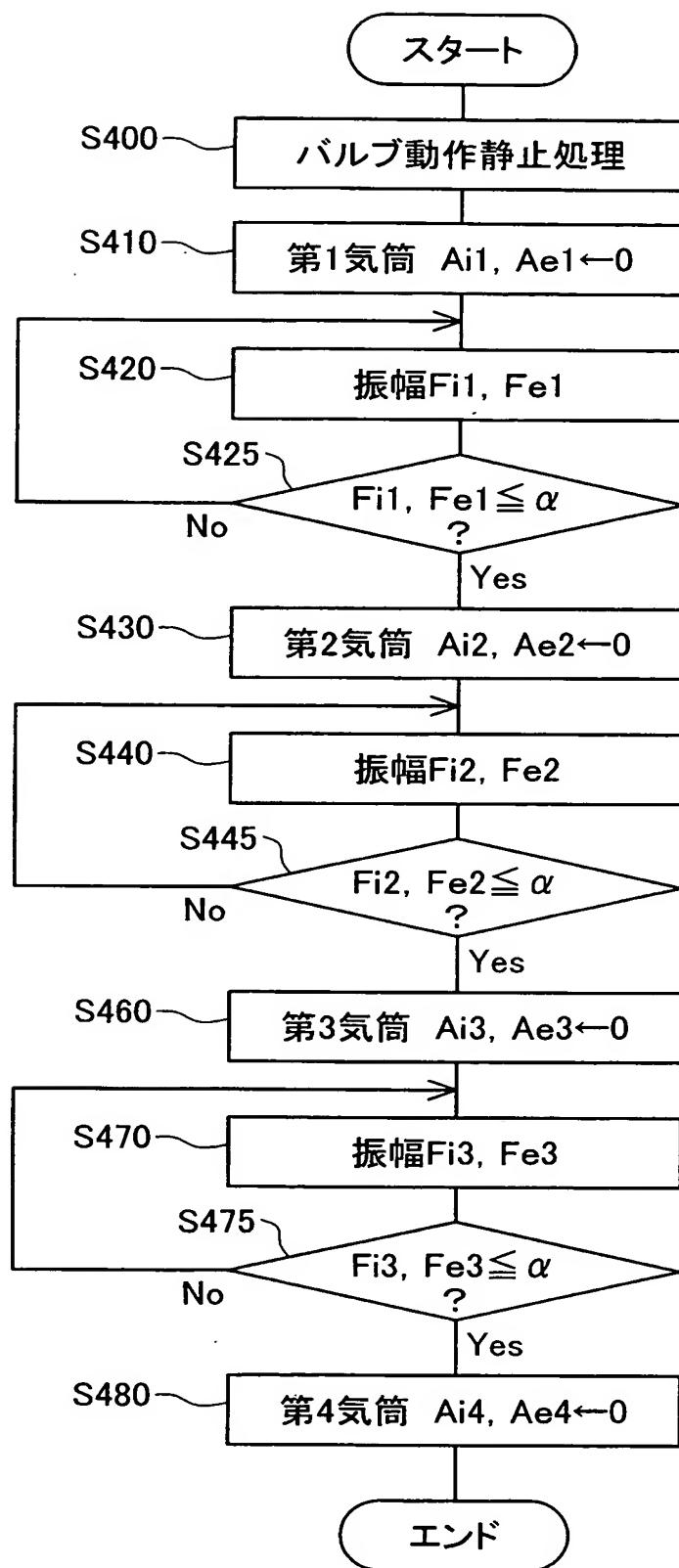
【図 2】



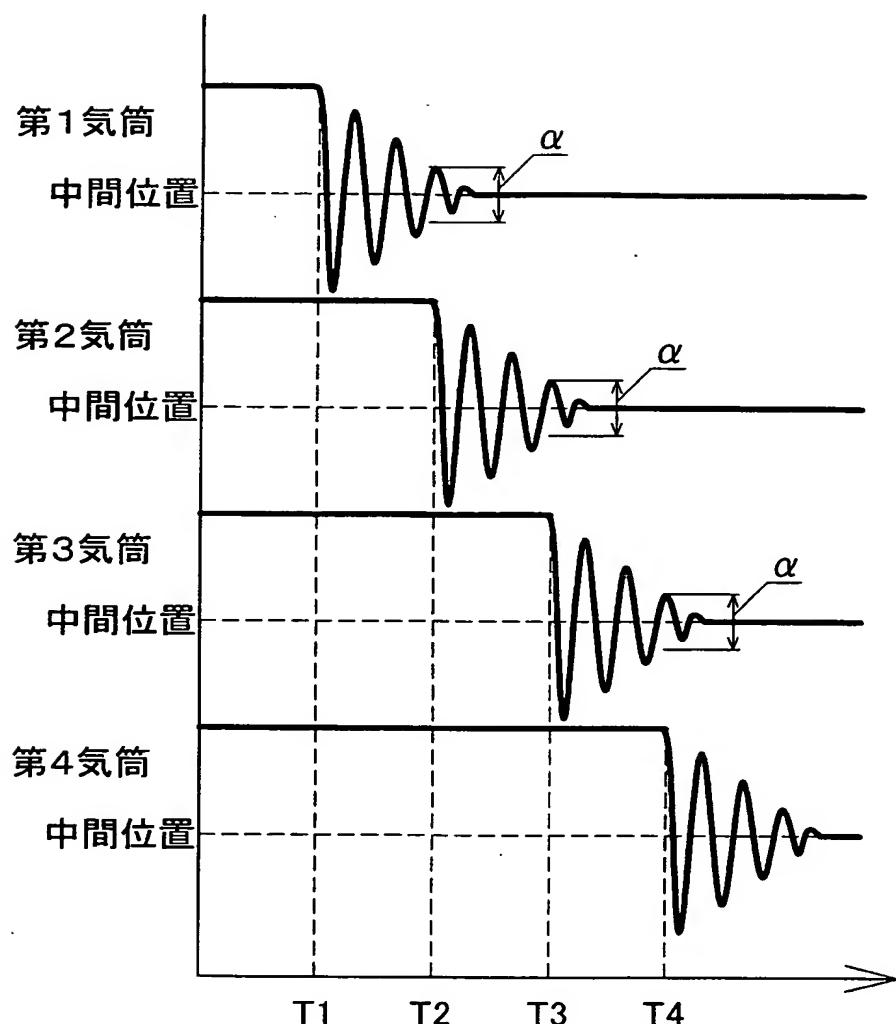
【図 3】



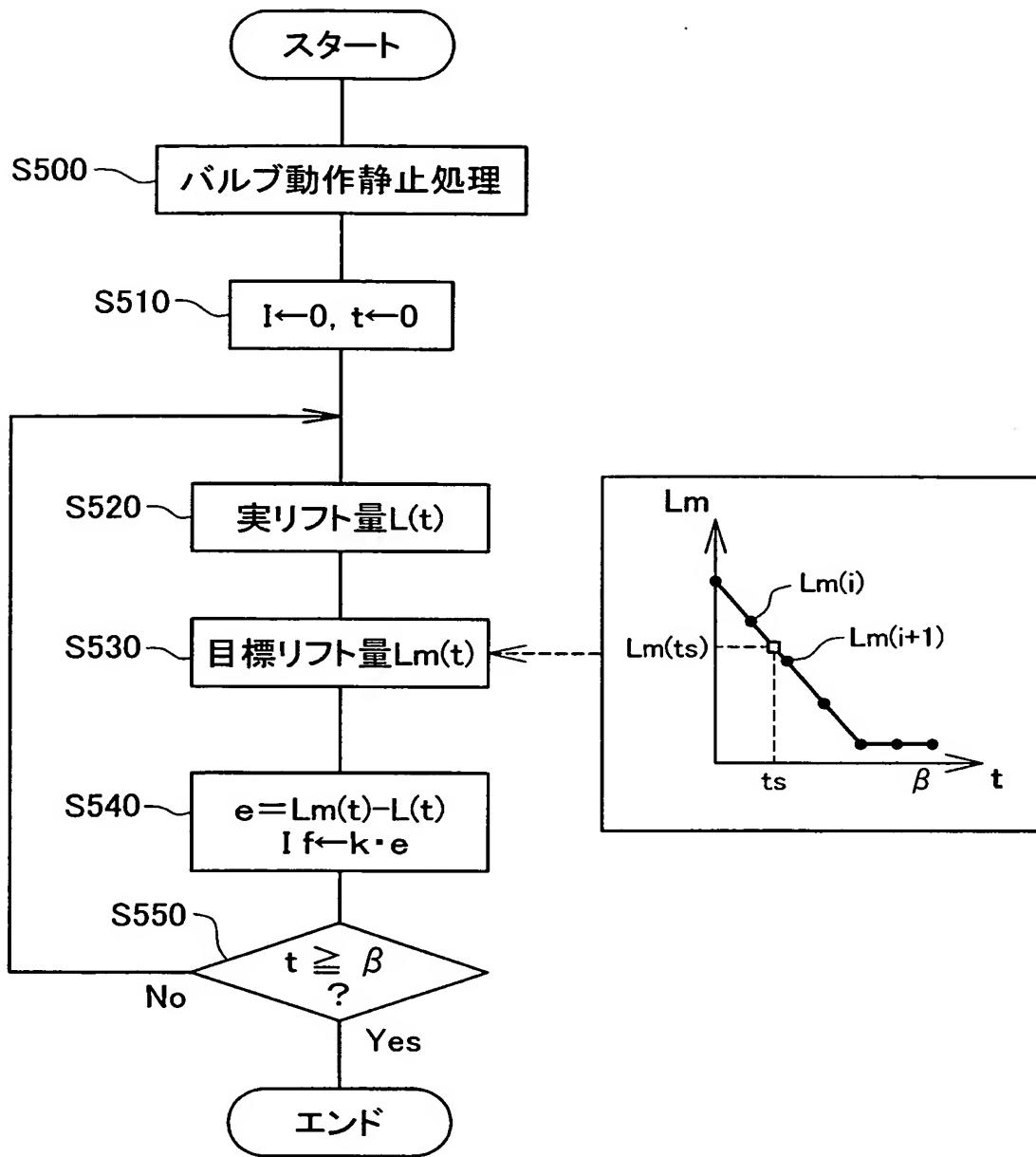
【図4】



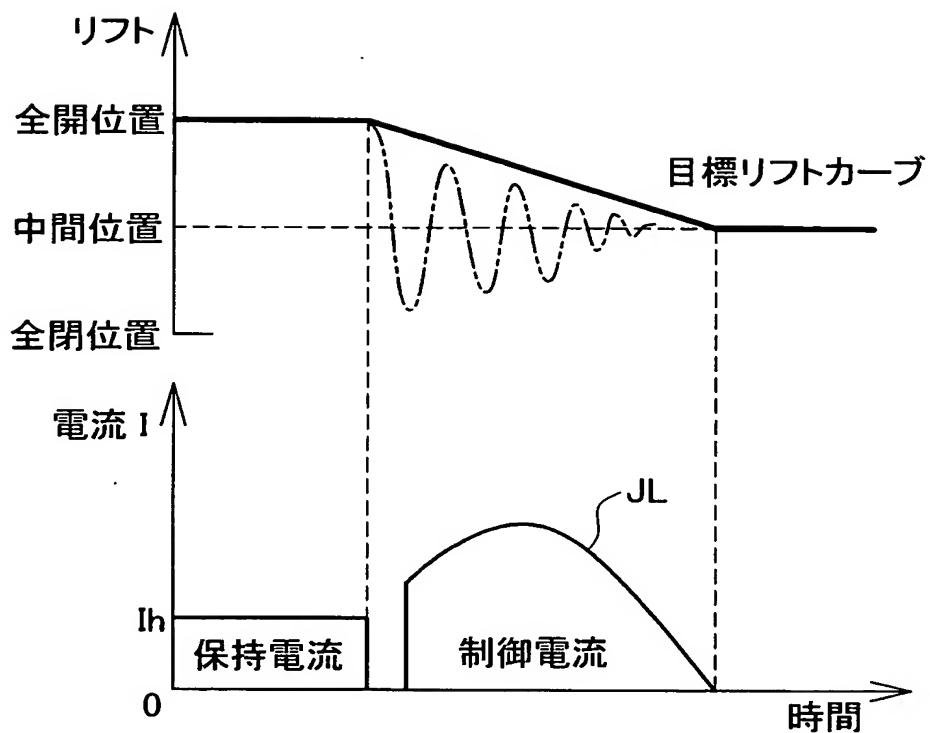
【図5】



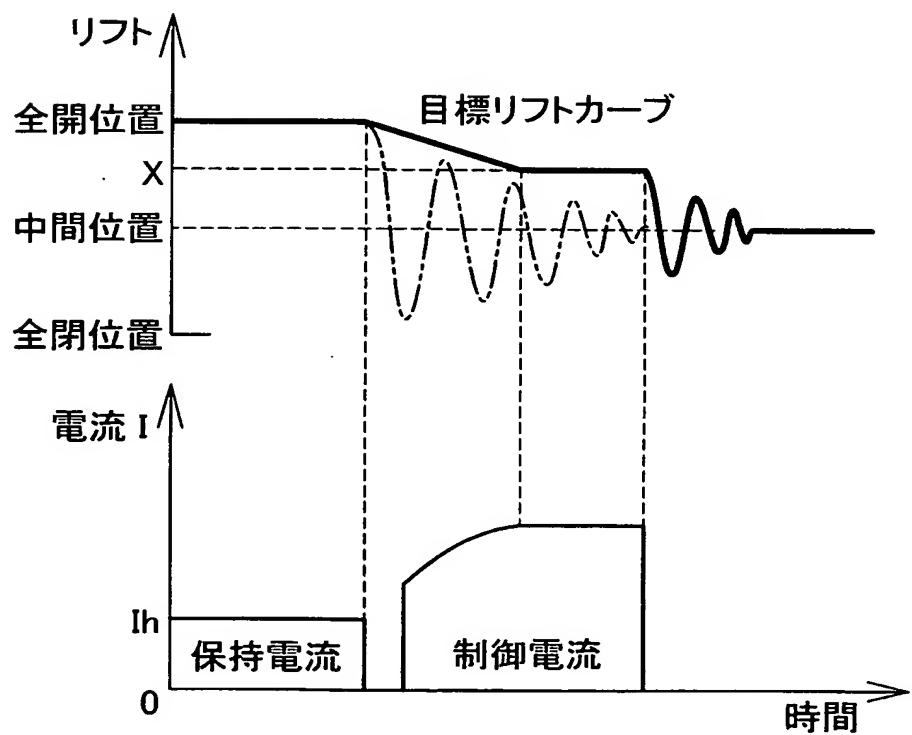
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 電磁駆動のバルブ動作停止の過程で発生する騒音を低減することを目的とする。

【解決手段】 内燃機関に設けた複数の吸排気バルブの駆動装置であって、前記吸排気バルブが完全に開いた全開位置および完全に閉じた全閉位置に該吸排気バルブを保持する電磁石の電磁力と、該吸排気バルブを全開と全閉との間である中間位置に付勢するバネの復元力との協働によって該吸排気バルブの開閉動作を行う電磁駆動弁機構と、前記内燃機関の停止が指示されたとき、該複数の吸排気バルブのバルブ毎または所定のグループに分けたバルブ群毎に、少なくとも一つの電磁石への電流の供給を他の電磁石への電流の供給とは異なるタイミングで停止するバルブ停止制御手段とを備えた吸排気バルブの駆動装置とする。

【選択図】 図4

特願2003-057969

出願人履歴情報

識別番号 [000003207]

1. 変更年月日 1990年 8月27日

[変更理由] 新規登録

住 所 愛知県豊田市トヨタ町1番地  
氏 名 トヨタ自動車株式会社